

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-021033  
(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl. G11B 7/26

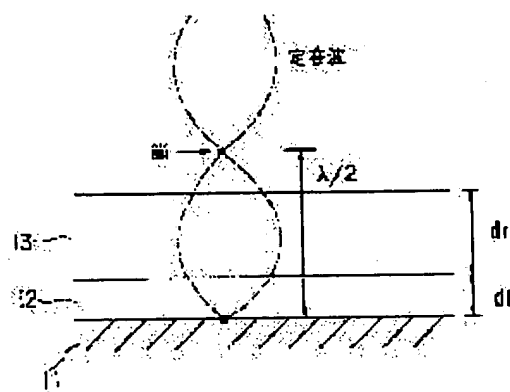
(21)Application number : 10-199520 (71)Applicant : TOSHIBA CORP  
(22)Date of filing : 30.06.1998 (72)Inventor : TAIRA KOZO

## (54) OPTICAL DISK MASTER DISK

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To permit the formation of finer pits by controlling the sectional shapes of the pits formed in a photoresist layer at the time of exposure and to attain a higher density by forming the photoresist layer via an intermediate layer having a refractive index different from the refractive index of a substrate on this substrate.

**SOLUTION:** At the time of exposure to a master disk constituted by applying the photoresist layer 13 via the intermediate layer 12 on the high-reflectively substrate 11, the nodal portions of the standing wave changing at a period of  $\lambda/2n_1$ , when the refractive index of the intermediate layer is defined as  $n_1$  and the wavelength of a laser beam as  $\lambda$ , are positioned outside the layer of the photoresistor, by which the pit sectional surface after development may be made nearly to a rectangular shape free from shear droops and the formation of the finer pits is made possible. If the refractive index of the substrate 11 is defined as  $n_s$ , the film thickness of the intermediate layer 12 as  $d_1$ , the refractive index of the photoresist layer 13 as  $n_r$  and the film thickness thereof as  $d_r$ ,  $n_s > n_1$  and  $n_1 \cdot d_1 + n_r \cdot d_r < \lambda/2$  are obt'd., by which the position of the node of the standing waves at  $\lambda/2$  from the substrate surface may be located at the outside of the photoresist layer 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical disk original recording which possesses much more middle class who consists of the quality of the material from which a substrate, this substrate formed on this substrate, and a refractive index differ, and the photoresist layer prepared on this middle class, and is characterized by coming to record information by exposing by irradiating the laser beam modulated according to the information which should be recorded at said photoresist layer, and developing this photoresist layer after exposure at least.

[Claim 2] Optical disk original recording according to claim 1 characterized by being  $n_s > n_1 n_1 * d_1 + n_r * d_r < \lambda / 2$  about the wavelength of said laser beam when the refractive index of  $d_1$  and said photoresist layer is set to  $n_r$  and thickness is set [ the refractive index of  $\lambda$  and said substrate / the refractive index of  $n_s$  and said middle class ] to  $d_r$  for  $n_1$  and thickness.

[Claim 3] It is the optical disk original recording according to claim 1 or 2 which said substrate is a silicon substrate and is characterized by said middle class being silicon oxide.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical disk original recording for manufacturing the optical disk with which information was recorded by the pit and the groove, and relates to the optical disk original recording suitable for manufacturing a high-density optical disk especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] An optical disk is the record medium which recorded information by the exposure of a light beam as the pit which can be read, a phase change mark, etc. It is observed as memory [ large capacity with high density / such an optical disk ], and is put in practical use as various kinds of information processing system or a record medium for audio video signals, and research and development are furthered also for current towards further densification and large-capacity-izing.

[0003] The manufacture process of an optical disk is usually applying a photoresist to the glass substrate used as original recording, exposing by narrowing down optical BI 1 MU modulated according to the information signal on the photoresist layer, and irradiating it with an objective lens, developing negatives further, and removing an exposure part, and forms a pit or a groove.

[0004] Next, La Stampa of the metal by which the shape of surface type of original recording was correctly imprinted with the electrocasting technique is produced using the original recording by which the photoresist layer was exposed and developed in this way, the shape of surface type in which the pit, the groove, etc. were formed of injection molding using the La Stampa is imprinted to a resin substrate at a precision, and a lot of duplicate substrates are obtained as a disk substrate. By forming the reflective film and record film on this disk substrate, the optical disk with which the pit, the groove, etc. were formed is completed.

[0005] Although not restricted to an optical disk, it does not know that the demand of large-capacity-izing to various record media remains. In order to respond to the request of the further large-capacity-izing of an optical disk, the densification of a disk is indispensable and, for that purpose, needs to make the pit on an optical disk small. About micrifying of the pit in original recording, wavelength of the light beam for exposure is shortened, or the ultra-fine processing technology which forms a pit with a diameter of about 0.2 micrometers using the approach of recording with an electron ray is being developed.

[0006] If a high density pit is formed by such conventional approach, the wall surface configuration of a pit will become taper-like, and the so-called "who" will produce it in opening of a pit wall surface. For this reason, if densification of the optical disk is carried out, between an adjacent pit, especially the pit which adjoins each other in a truck tangential direction, whose parts will overlap and right pit formation will become difficult. Moreover, compared with the unexposed section, whose part of a pit wall surface has large surface roughness, and tends to serve as a noise of a regenerative signal.

[0007] In order to avoid whose problem of such a pit wall surface on the occasion of the densification of an optical disk, a still smaller pit is formed, or it is necessary to control the cross-section configuration of a pit and to form a pit without whom. However, pit size is fundamentally decided by the wavelength of a light beam, and the numerical aperture NA of an objective lens, it restricts and it is thought that there is nothing for which the optical disk original recording configuration of the present condition that the cross-section configuration of a pit also forms a photoresist layer on a glass substrate is taken and that change a lot. As a conclusion, the pit was small to the densification of an optical disk as much as possible, and it was asked for moreover the cross-section configuration of a pit being delicately controllable.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, by the Prior art, the pits which who of a pit arises and

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

adjoin if densification of the optical disk is carried out interfered, right pit formation became difficult, and there was a trouble of whose part of a pit wall surface making the noise of a regenerative signal increase.

[0009] Moreover, although what is necessary is to make pit size still smaller or just to be able to control the cross-section configuration of a pit, in order to avoid whose problem of such a pit wall surface, such a technique is not yet developed.

[0010] This invention is controlled so that who is eased, and aims at offering the optical disk original recording which can perform more detailed pit formation so that it might not be made in order to solve the trouble of such a conventional technique, and who may not produce the cross-section configuration of a pit on a wall surface on the occasion of the densification of a disk.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the optical disk original recording concerning this invention prepares a photoresist layer through much more middle class who consists of the quality of the material from which this substrate and a refractive index differ at least on a substrate, and is constituted. And it exposes by irradiating the laser beam for exposure modulated according to the information which should be recorded at a photoresist layer, and information is recorded by developing the photoresist layer after exposure.

[0012] Moreover, it is characterized by this invention setting wavelength of the laser beam for exposure to  $n_s > n_1 n_l * d_1 + n_r * d_r < \lambda / 2$  in such a configuration, when the refractive index of  $d_1$  and a photoresist layer is set to  $n_r$  and thickness is set [ the refractive index of  $\lambda$  and a substrate / the refractive index of  $n_s$  and the middle class ] to  $d_r$  for  $n_1$  and thickness.

[0013] By such configuration, by controlling the location of the knot of the standing wave produced in a photoresist layer in this invention at the time of the exposure of the laser beam for exposure by the interlayer, the cross-section configuration of a pit can be controlled so that there is who [ no ] of the wall surface of opening of a pit, a track pitch and a pit pitch can be packed by this, and high-density optical disk original recording can be realized.

[0014] Hereafter, if this principle is explained, using a glass substrate, the conventional optical disk original recording applies a photoresist directly on it, is constituted, will expose and develop a photoresist layer and will be made. In this case, a glass substrate and a photoresist layer have the small difference of a refractive index, and in order to hardly be influenced by the reflection from a substrate, the latent image (exposure profile) of the exposed photoresist layer serves as a product of the laser beam for exposure which had Gaussian distribution obediently, and the gamma property which a photoresist has. For this reason, the cross-section configuration of the pit formed had large opening, it became the configuration where the pars basilaris ossis occipitalis had a small taper (whom), and this had become the hindrance of densification.

[0015] On the other hand, if a high reflection factor substrate like a silicon substrate as a substrate of optical disk original recording is used, a standing wave will arise in a photoresist layer by reflection of the laser beam from a substrate at the time of exposure, and the phenomenon of distribution of exposure changing by this and changing the cross-section configuration of a pit in the direction of thickness will arise. In the manufacture process of a semiconductor device, in order that this standing wave may make dimensional accuracy produce an error, the photoresist layer, the process, etc. are devised so that this may be lost as much as possible.

[0016] On the other hand, the cross-section configuration of a pit is controlled in this invention, using this standing wave positively. That is, it is difficult to control the cross-section configuration of a pit freely in a glass substrate, since a parameter has only the thickness and the refractive index of a photoresist layer. Then, the middle class who consists of a thin film suitable on a substrate is formed, distribution of the standing wave produced in a photoresist layer by optimizing this middle class's refractive index and thickness according to desired photoresist layer thickness at the time of exposure is controlled, and it enables it to control the cross-section configuration of the pit formed of development by this invention.

[0017] If the standing wave produced in a photoresist layer sets wavelength of the laser beam for exposure to  $\lambda$  and the refractive index of the interlayer between a substrate and a photoresist layer is set to  $n$ , it will repeat the strength of exposure reinforcement with the period of  $\lambda/2n$  from the high reflection factor side of a substrate. In the case of the conventional optical disk original recording without the middle class, the standing wave which repeats the strength of exposure reinforcement with the period of  $\lambda/2n$  similarly as  $n$  produces the refractive index of a photoresist layer.

[0018] If an interlayer is prepared like the optical disk original recording of this invention, where the part of the knot of a standing wave is located with this interlayer's thickness will change. Since an exposure pattern changes by the upper and lower sides of a knot, if the part of a knot is in a photoresist layer, the cross-section configuration of a pit will become the narrow form. Then, pit cross-section configuration of who [ near and ] after development can decrease in a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



rectangle depending on how for the part of an at present to exist in the middle class's inside or the exterior of a photoresist layer, and make it not located in the interior of a photoresist layer, and choose the exposure reinforcement of the thickness direction of a photoresist layer.

[0019] for this reason -- being alike -- in the refractive index of  $\lambda$  and a substrate, it is [ wavelength / of the laser beam for exposure / refractive index / of  $n_s$  and the middle class / thickness /  $n_1$  and ] needed, when the refractive index of  $d_1$  and a photoresist layer is set to  $n_r$  and thickness is set to  $d_r$  that it is  $n_s > n_1$  and  $n_1 \cdot d_1 + n_r \cdot d_r < \lambda / 2$ .  $n_1 \cdot d_1$  and  $n_r \cdot d_r$  are the optical thickness of the middle class and a photoresist layer, respectively.

[0020] The location of  $\lambda/2$  will be located in the exterior of a photoresist layer by doing in this way, the knot, i.e., the substrate side, of a standing wave. Even if an interlayer's thickness is the thickness which applied the thickness of the integral multiple of  $\lambda/(2 \cdot n_1)$  to the value of  $d_1$  here, it cannot be overemphasized that it thinks the same way from the periodicity of a standing wave.

[0021] Moreover, if the refractive index of a substrate is set to  $n_s$ , to  $n_r$  and  $n_1$ , that  $n_s$  has a fully different value will be the conditions which a standing wave produces by reflection of a substrate front face, and, as for this  $n_s$ , it will usually take a big value to  $n_r$ .

[0022] It is required to choose the thickness the photoresist layer and whose thin film suited to the process according to process conditions, since the optimal thickness changes. Moreover, although constraint by the wavelength of the laser beam for playback arises since photoresist layer thickness becomes the pit depth as it is when imprinting the profile of a photoresist layer as it is and manufacturing an optical disk, it can fully store in this condition. Moreover, in order that the permutation of a developer with the newer photoresist layer front face which serves as pit opening in fact may progress [ development ] early, it is easy to produce whom in pit opening as a process. Therefore, as for an exposure profile, it is desirable to make it exposure reinforcement become [ the direction of a photoresist layer front face ] weak.

[0023] Thus, in the optical disk manufactured using the optical disk original recording constituted, the cross-section configuration of the pit formed becomes close to a rectangle, and even if it carries out densification conventionally, low noise-ization of a regenerative signal is attained.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. The cross-section structure of the optical disk original recording which starts 1 operation gestalt of this invention at drawing 1 is shown. Setting to drawing 1, a substrate 11 is SiO<sub>2</sub> formed of thermal oxidation processing of Si substrate as an interlayer 12 who is a high reflection factor substrate like Si (silicon) substrate, and consists of the quality of the material from which a substrate 11 and a refractive index differ on this. The film (silicon oxide) is formed in the thickness which is about 25nm. And on this middle class 12, a photoresist layer 13 is applied to the thickness which is 70nm, and serves as the optical disk original recording 10.

[0025] Since a substrate 11 is a high reflection factor substrate, as a broken line shows to drawing 2 by reflection from a substrate 11 at the time of exposure, a standing wave arises in the middle class 12 and a photoresist layer 13. In this invention, as mentioned above, the cross-section configuration of a pit is controlled, using this standing wave positively. As shown in drawing 2, specifically, the knot of a standing wave is made to lessen whom of a pit cross-section configuration by making it located in the exterior of a photoresist layer 12. Hereafter, this point is explained to a detail.

[0026] When wavelength of the laser beam for exposure is set to 351nm, SiO<sub>2</sub> from which Si from which the refractive index of each quality of the material constitutes a substrate 11 constitutes  $n_s=6.5$  and the middle class 12 to this wavelength is  $n_1=1.5$ , and a photoresist layer 13 is  $n_r=1.6$ .

[0027] On the other hand, since the thickness of a photoresist layer 13 is equivalent to the depth of the pit formed in an optical disk, the optimum value according to the wavelength of the laser beam for playback exists. If the refractive index of 400nm and the disk substrate of an optical disk is set to 1.5 for the wavelength of the laser beam for playback, about 70nm is required for the thickness of a photoresist layer 13. SiO<sub>2</sub> which is an interlayer 12 in order to make it to be located and there be no knot of a standing wave in the thickness direction of a photoresist layer 13 at this time There must not be 50nm or more of no membranous thickness. With this middle class's 12 thickness, distribution of the exposure profile (latent image) within a photoresist layer 13 changes.

[0028] To drawing 3 - drawing 5, it is SiO<sub>2</sub>. The exposure profile of the photoresist layer 13 by membranous thickness is shown. Drawing 3 is SiO<sub>2</sub>. It is the case where there is no film and carried out to 100nm in thickness of a photoresist layer 13. In this case, although based also on the power of the laser beam for exposure, since the bottom of a photoresist layer 13 is equivalent to the part of a knot, exposure is fully impossible. Furthermore, it turns out that the latent image has done the front face of a photoresist layer 13 in the shape of a back taper. When it comes to a back taper, molding of an optical disk becomes impossible.

[0029] Drawing 4 is SiO<sub>2</sub>. It is the case where membranous thickness is set to 75nm. In this case, since that of the part

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

of a knot starts in a photoresist layer 13, even if it strengthens power of the laser beam for exposure, the vena contracta has arisen in the photoresist layer 13 interior.

[0030] SiO<sub>2</sub> which is the middle class 12 when drawing 5 is equivalent to this operation gestalt to these Membranous thickness is the case where the thickness of 25nm and a photoresist layer 13 is 70nm. The upper part is also fully exposed also for the part of the bottom of a photoresist layer 13. Although photoresist layer 13 front face is liable to a back taper a little, since it is in the inclination for opening to spread by development, if it carries out with some back taper a little, it turns out experimentally that the cross-section configuration of the pit formed does not have whom, and becomes close to a rectangle.

[0031] Next, the manufacture process of the optical disk original recording of this operation gestalt is explained using drawing 6. First, as shown in drawing 6 (a), an interlayer 12 is formed on a substrate 11. It is SiO<sub>2</sub> formed by an interlayer 12 doing thermal oxidation processing of this when a substrate 11 is an Si substrate. The film is suitable and easy also in process. Next, spreading formation of the photoresist layer 13 is carried out on the middle class 12 drawing 6 (b) So that it may be shown. Next, it exposes by irradiating the laser beam 14 for exposure modulated according to information on the photoresist layer 13, as shown in drawing 6 (c). A pit 15 is formed by developing the photoresist layer 13 finally exposed as shown in drawing 6 (d) with a suitable developer, and removing an exposure part.

[0032] Drawing 7 shows briefly the record optical system of the original recording recording device for recording such original recording. The laser beam which came out of the laser light source 21 used as the light source for exposure goes into the 1st optical modulator 22, it branches in the two directions with a half mirror 23 after that, and one side is led to a photodetector 24. And feedback is applied to the 1st optical modulator 22 by the quantity of light control system 25 so that the optical power by which the monitor was carried out with this photodetector 24 may become fixed.

[0033] Incidence of the laser beam of another side which branched with the half mirror 23 is carried out to the 2nd optical modulator 26, and optical intensity modulation is carried out to it. The laser beam after this modulation is guided by the mirror 27, it passes along the collimation system 28 with a lens, turns into a laser beam for exposure of suitable size, is further guided by the mirror 29, and carries out incidence to an objective lens 30. The laser beam for exposure extracted with the objective lens 30 is irradiated by the photoresist layer 13 on the optical disk original recording 10 mentioned above.

[0034] At this time, the magnitude of the pit after the development of a photoresist layer 13 and width of face are controllable by the power of the laser beam for exposure near the beam-spot size. If the numerical aperture NA of 351nm and an objective lens 30 is set to 0.9 for the oscillation wavelength of a laser light source 21, the half-value width of the laser beam spot for exposure will be set to about 0.2 micrometers.

[0035] It is possible to make the optical disk original recording which has the pit 15 of a cross-section configuration as shown in drawing 6 (d) from recording with the quantity of light which this half-value width exposes completely, and developing negatives as mentioned above after that. From this optical disk original recording, nickel La Stampa is manufactured with electroforming as usual, and injection molding reproduces an optical disk substrate from this La Stampa.

[0036] And in the case of the optical disk only for playbacks, a pit cross-section configuration can form near and a high-density isolated pit in a rectangle on this optical disk substrate by forming record film, such as phase change film and optical MAG film, in the case of the reflective film and the optical disk for record playback, and an optical disk also with still few noises is obtained.

[0037]

[Effect of the Invention] The noise which controls a pit cross-section configuration, using positively the effect of the standing wave which stands in a photoresist layer when a detailed pit is formed in this invention, as stated above, becomes possible [ attaining densification of an optical disk effectively ] because who of a wall surface gives few cross-section configurations near a rectangle, and originates in whom of a pit wall surface can also be reduced.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

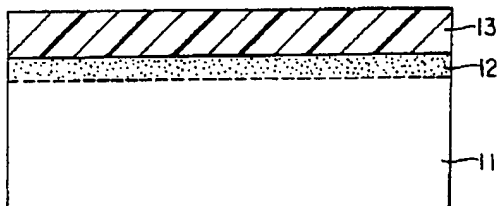
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

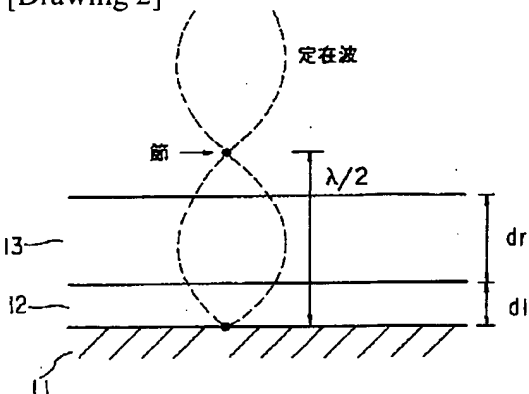
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

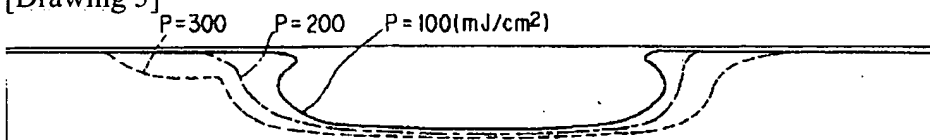
[Drawing 1]



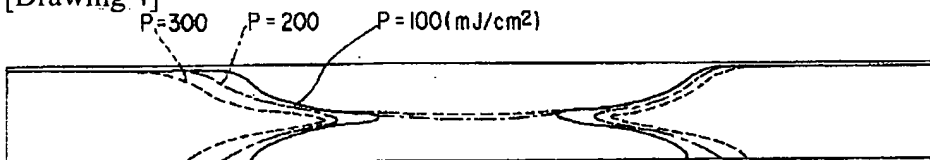
[Drawing 2]



[Drawing 3]

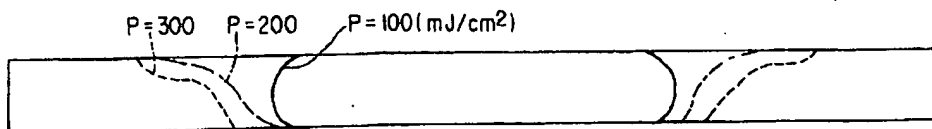


[Drawing 4]

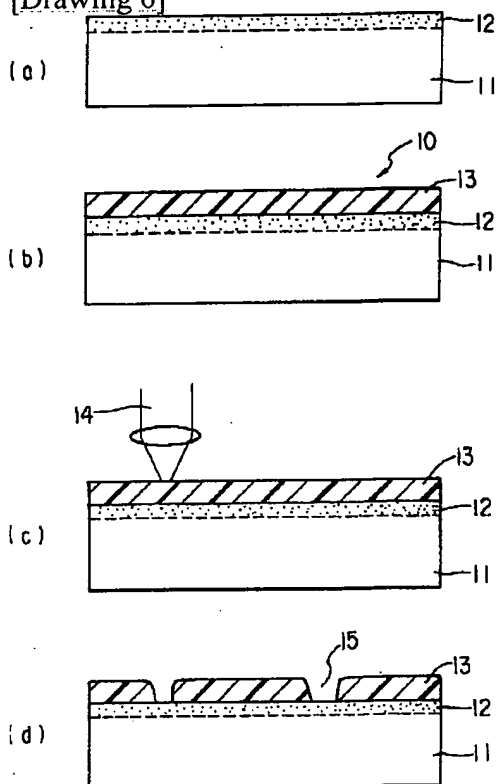


[Drawing 5]

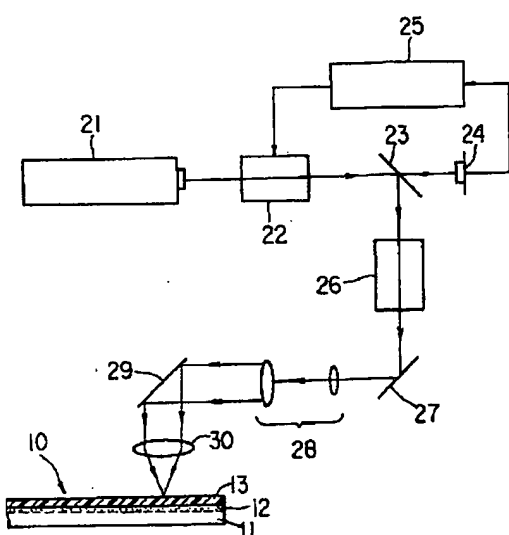
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-021033

(43)Date of publication of application : 21.01.2000

(51)Int.Cl.

611B 7/26

(21)Application number : 10-199520

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1998

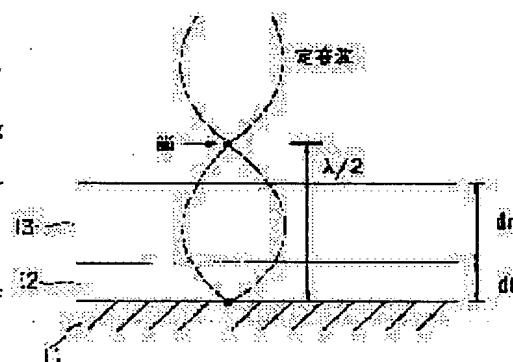
(72)Inventor : TAIRA KOZO

## (54) OPTICAL DISK MASTER DISK

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To permit the formation of finer pits by controlling the sectional shapes of the pits formed in a photoresist layer at the time of exposure and to attain a higher density by forming the photoresist layer via an intermediate layer having a refractive index different from the refractive index of a substrate on this substrate.

**SOLUTION:** At the time of exposure to a master disk constituted by applying the photoresist layer 13 via the intermediate layer 12 on the high-reflectively substrate 11, the nodal portions of the standing wave changing at a period of  $\lambda/2n_1$ , when the refractive index of the intermediate layer is defined as  $n_1$  and the wavelength of a laser beam as  $\lambda$ , are positioned outside the layer of the photoresistor, by which the pit sectional surface after development may be made nearly to a rectangular shape free from shear droops and the formation of the finer pits is made possible. If the refractive index of the substrate 11 is defined as  $n_s$ , the film thickness of the intermediate layer 12 as  $d_1$ , the refractive index of the photoresist layer 13 as  $n_r$  and the film thickness thereof as  $d_r$ ,  $n_s > n_1$  and  $n_1 \cdot d_1 + n_r \cdot d_r < \lambda/2$  are obtd., by which the position of the node of the standing waves at  $\lambda/2$  from the substrate surface may be located at the outside of the photoresist layer 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-21033

(P2000-21033A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl.

G 1 1 B 7/26

識別記号

5 0 1

F I

G 1 1 B 7/26

テームコード(参考)

5 0 1

5 D 1 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-199520

(22) 出願日 平成10年6月30日 (1998.6.30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 平 浩三

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴木 武彦 (外 6 名)

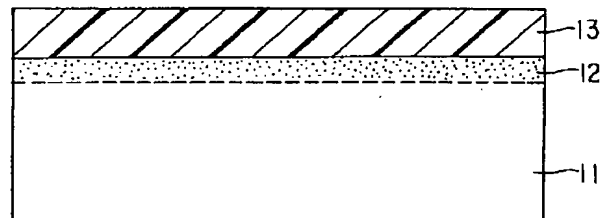
Fターム(参考) 5D121 BB05 BB21 BB28

(54) 【発明の名称】 光ディスク原盤

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクの高密度化に適した、断面形状のだれのない微小ピットを形成できる光ディスク原盤を提供する。

【解決手段】 高反射率の基板11上に基板11と屈折率の異なる少なくとも一層の中間層12を設け、その上にフォトレジスト層13を塗布することによって、フォトレジスト13層内に立つ定在波の影響を積極的に利用し、フォトレジスト層13内の露光プロファイルがだれのないピット形成を可能として高密度記録に適するように中間層12とフォトレジスト層13の膜厚を規定する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】基板と、

この基板上に設けられた該基板と屈折率が異なる材質からなる少なくとも一層の中間層と、

この中間層上に設けられたフォトレジスト層とを具備し、

記録すべき情報に応じて変調されたレーザビームを前記フォトレジスト層に照射することにより露光を行い、露光後の該フォトレジスト層を現像することにより情報を記録してなることを特徴とする光ディスク原盤。

【請求項2】前記レーザビームの波長を $\lambda$ 、前記基板の屈折率を $n_s$ 、前記中間層の屈折率を $n_l$ 、膜厚を $d_l$ 、前記フォトレジスト層の屈折率を $n_r$ 、膜厚を $d_r$ としたとき、

$$n_s > n_l$$

$$n_l * d_l + n_r * d_r < \lambda / 2$$

であることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤。

【請求項3】前記基板はシリコン基板であり、前記中間層はシリコン酸化膜であることを特徴とする請求項1または2記載の光ディスク原盤。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビットやグループによって情報が記録された光ディスクを製造するための光ディスク原盤に係り、特に高密度な光ディスクを製造するのに適した光ディスク原盤に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ディスクは、情報を光ビームの照射によって読み取り可能なビットや相変化マークなどとして記録した記録媒体である。このような光ディスクは高密度大容量なメモリとして注目され、各種の情報処理システムやオーディオ・ビデオ信号用の記録媒体として実用化されており、現在もさらなる高密度化・大容量化に向けて研究・開発が進められている。

【0003】光ディスクの製造プロセスは、通常、原盤となるガラス基板にフォトレジストを塗布し、フォトレジスト層上に情報信号に応じて変調された光ビームを対物レンズで絞込んで照射して露光を行い、さらに現像を行って露光部分を除去することで、ビットあるいはグループを形成する。

【0004】次に、こうしてフォトレジスト層が露光・現像された原盤を用いて、電鍍技術により原盤の表面形状が正確に転写された金属のスタンプを作製し、そのスタンプを用いて射出成型によりビットやグループなどが形成された表面形状を樹脂基板に精密に転写し、大量の複製基板をディスク基板として得る。このディスク基板上に反射膜や記録膜を形成することによって、ビットやグループなどが形成された光ディスクが完成する。

【0005】光ディスクに限らないが、種々の記録媒体

に対する大容量化の要求はとどまることを知らない。光ディスクのさらなる大容量化の要請に応えるためには、ディスクの高密度化が不可欠であり、そのためには光ディスク上のビットを小さくしてゆく必要がある。原盤におけるビットの微小化に関しては、露光用光ビームの波長を短くしたり、電子線で記録するなどの方法を用いて直径0.2 $\mu$ m程度のビットを形成する微細加工技術が開発されつつある。

【0006】このような従来の方で高密度ビットを形成すると、ビットの壁面形状はテーパ状となり、ビット壁面の開口部にいわゆる「だれ」が生じる。このため、光ディスクを高密度化してゆくと、隣り合うビット、特にトラック接線方向で隣り合うビット間では、だれの部分が重なり合ってしまう、正しいビット形成が難しくなる。また、ビット壁面のだれの部分は未露光部に比べて表面荒さが大きく、再生信号のノイズとなり易い。

【0007】光ディスクの高密度化に際して、このようなビット壁面のだれの問題を避けるためには、さらに小さなビットを形成するか、ビットの断面形状をコントロールして、だれのないビットを形成する必要がある。しかし、ビットサイズは基本的に光ビームの波長と対物レンズの開口数NAで決まり、ビットの断面形状もガラス基板上にフォトレジスト層を形成する現状の光ディスク原盤構成をとっている限り、大きく変わることはないと考えられる。結論として光ディスクの高密度化には、ビットができるだけ小さく、しかもビットの断面形状を微妙にコントロールできることが求められていた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の技術では、光ディスクを高密度化してゆくとビットのだれが生じ、隣接するビットどうしが干渉して正しいビット形成が難しくなり、またビット壁面のだれの部分が再生信号のノイズを増加させるという問題点があった。

【0009】また、このようなビット壁面のだれの問題を避けるには、ビットサイズをさらに小さくするか、ビットの断面形状をコントロールできればよいが、そのような技術は未だ開発されていない。

【0010】本発明は、このような従来技術の問題点を解決するためになされたもので、ディスクの高密度化に際して、ビットの断面形状を壁面にだれが生じないように、あるいは、だれが緩和されるようにコントロールし、より微細なビット形成ができる光ディスク原盤を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る光ディスク原盤は、基板上に該基板と屈折率が異なる材質からなる少なくとも一層の中間層を介してフォトレジスト層を設けて構成される。そして、記録すべき情報に応じて変調された露光用レーザビームをフォトレジスト層に照射することにより露光を行い、

露光後のフォトレジスト層を現像することにより情報が記録される。

【0012】また、本発明はこのような構成において、露光用レーザビームの波長を $\lambda$ 、基板の屈折率を $n_s$ 、中間層の屈折率を $n_l$ 、膜厚を $d_l$ 、フォトレジスト層の屈折率を $n_r$ 、膜厚を $d_r$ としたとき、

$$n_s > n_l$$

$$n_l * d_l + n_r * d_r < \lambda / 2$$

としたことを特徴とする。

【0013】このような構成により、本発明では露光用レーザビームの照射時にフォトレジスト層内に生じる定在波の節の位置を中間層によってコントロールすることで、ピットの開口部の壁面のだれがないようにピットの断面形状をコントロールし、これによりトラックピッチおよびピットピッチを詰めて、高密度な光ディスク原盤を実現することができる。

【0014】以下、この原理について説明すると、従来の光ディスク原盤はガラス基板を用い、その上にフォトレジストを直接塗布して構成され、フォトレジスト層を露光・現像して作られる。この場合、ガラス基板とフォトレジスト層は屈折率の差が小さく、基板からの反射による影響はほとんど受けないため、露光されたフォトレジスト層の潜像（露光プロファイル）は、素直にガウシアン分布を持った露光用レーザビームとフォトレジストが持つガンマ特性との積となる。このため、形成されるピットの断面形状は開口部が広く、底部が小さいテーパ（だれ）を持った形状となってしまう、これが高密度化の妨げとなっていた。

【0015】一方、光ディスク原盤の基板として例えばシリコン基板のような高反射率基板を用いると、露光時に基板からのレーザビームの反射によってフォトレジスト層内に定在波が生じ、これにより露光の分布が変化してピットの断面形状が膜厚方向に変動する現象が生じる。半導体素子の製造プロセスでは、この定在波が寸法精度に誤差を生じさせるため、これを極力なくすようにフォトレジスト層やプロセスなどを工夫している。

【0016】これに対し、本発明ではこの定在波を積極的に利用して、ピットの断面形状をコントロールする。すなわち、ガラス基板ではフォトレジスト層の厚さと屈折率しかパラメータがないため、自由にピットの断面形状をコントロールすることは難しい。そこで、本発明では基板上に適当な薄膜からなる中間層を形成し、この中間層の屈折率と膜厚を最適化することで、所望のフォトレジスト層厚に応じて露光時にフォトレジスト層内に生じる定在波の分布をコントロールし、現像によって形成されるピットの断面形状を制御できるようにする。

【0017】フォトレジスト層内に生じる定在波は、露光用レーザビームの波長を $\lambda$ とし、基板とフォトレジスト層の間にある中間層の屈折率を $n$ とすると、基板の高反射率面から $\lambda / 2n$ の周期で露光強度の強弱を繰り返

す。中間層のない従来の光ディスク原盤の場合は、フォトレジスト層の屈折率を $n$ として同様に $\lambda / 2n$ の周期で露光強度の強弱を繰り返す定在波が生じる。

【0018】本発明の光ディスク原盤のように中間層を設けると、この中間層の厚さにより定在波の節の部分がどこに位置するかが変化する。節の上下で露光パターンが変わるため、節の部分がフォトレジスト層内にあると、ピットの断面形状はくびれた形になってしまう。そこで、この節の部分は中間層の中やフォトレジスト層の外部に存在して、フォトレジスト層内部には位置しないようにし、かつフォトレジスト層の厚さ方向の露光強度の選び方によって、現像後のピット断面形状が矩形に近く、だれが少なくなるようにすることができる。

【0019】このためには露光用レーザビームの波長を $\lambda$ 、基板の屈折率を $n_s$ 、中間層の屈折率を $n_l$ 、膜厚を $d_l$ 、フォトレジスト層の屈折率を $n_r$ 、膜厚を $d_r$ としたとき、 $n_s > n_l$ 、かつ $n_l * d_l + n_r * d_r < \lambda / 2$ であることが必要となる。 $n_l * d_l$ 、 $n_r * d_r$ はそれぞれ中間層、フォトレジスト層の光学的な厚さである。

【0020】このようにすることにより、定在波の節、つまり基板面から $\lambda / 2$ の位置はフォトレジスト層の外部に位置することになる。ここで、中間層の膜厚は $d_l$ の値に $\lambda / (2 * n_l)$ の整数倍の厚さを加えた厚さであっても、定在波の周期性から同様に考えられることはいうまでもない。

【0021】また、基板の屈折率を $n_s$ とすると、 $n_r$ 、 $n_l$ に対して $n_s$ は十分に異なる値を持つことが基板表面の反射によって定在波が生じる条件であり、この $n_s$ は通常 $n_r$ に対し大きな値をとる。

【0022】プロセス条件によって最適膜厚は変化するため、フォトレジスト層、薄膜ともにプロセスにあった膜厚を選ぶことが必要である。また、フォトレジスト層のプロファイルをそのまま転写して光ディスクを製作する場合、フォトレジスト層厚がそのままピット深さになるので、再生用レーザビームの波長による制約が生じるが、十分にこの条件内に収めることができる。また、実際にはピット開口部となるフォトレジスト層表面の方が新しい現像液の置換が早く、現像が早く進むため、プロセスとしてピット開口部にだれが生じやすい。そのため、露光プロファイルはフォトレジスト層表面の方が露光強度が弱くなるようにすることが好ましい。

【0023】このように構成される光ディスク原盤を用いて製造される光ディスクにおいては、形成されるピットの断面形状が矩形に近くなり、従来より高密度化しても再生信号の低ノイズ化が可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1に、本発明の一実施形態に係る光ディスク原盤の断面構造を示す。図1において、基

5

板11は例えばSi(シリコン)基板のような高反射率基板であり、この上に基板11と屈折率が異なる材質からなる中間層12として、例えばSi基板の熱酸化処理により形成されたSiO<sub>2</sub>(酸化シリコン)膜が25nm程度の厚さに形成される。そして、この中間層12の上にフォトレジスト層13が例えば70nmの厚さに塗布され、光ディスク原盤10となる。

【0025】基板11が高反射率基板であるため、露光時には基板11からの反射により図2に破線で示すように、中間層12およびフォトレジスト層13内に定在波が生じる。本発明では前述したように、この定在波を積極的に利用してピットの断面形状をコントロールする。具体的には、図2に示すように定在波の節がフォトレジスト層12の外部に位置するようにすることにより、ピット断面形状のだれを少なくするようにする。以下、この点について詳細に説明する。

【0026】露光用レーザービームの波長を351nmとすると、この波長に対し各材質の屈折率は基板11を構成するSiが $n_s = 6.5$ 、中間層12を構成するSiO<sub>2</sub>が $n_1 = 1.5$ 、フォトレジスト層13が $n_r = 1.6$ である。

【0027】一方、フォトレジスト層13の厚さは光ディスクに形成されるピットの深さに相当するため、再生用レーザービームの波長に応じた最適値が存在する。再生用レーザービームの波長を400nm、光ディスクのディスク基板の屈折率を1.5とすると、フォトレジスト層13の厚さは70nm程度が必要である。このとき、フォトレジスト層13の厚さ方向に定在波の節が位置しないようにするには、中間層12であるSiO<sub>2</sub>膜の厚さは50nm以上あってはならない。この中間層12の厚さによって、フォトレジスト層13内での露光プロファイル(潜像)の分布が変わる。

【0028】図3～図5に、SiO<sub>2</sub>膜の膜厚によるフォトレジスト層13の露光プロファイルを示す。図3は、SiO<sub>2</sub>膜がない場合であり、フォトレジスト層13の厚さ100nmとした。この場合は、露光用レーザービームのパワーにもよるが、フォトレジスト層13の底が節の部分に当たるため、十分に露光ができない。さらに、フォトレジスト層13の表面が逆テーパー状に潜像ができていることが分かる。逆テーパーとなると、光ディスクの成型ができなくなる。

【0029】図4は、SiO<sub>2</sub>膜の厚さを75nmとした場合である。この場合は、フォトレジスト層13内に節の部分のがかかるため、露光用レーザービームのパワーを強くしてもフォトレジスト層13内部にくびれが生じている。

【0030】これらに対し、図5が本実施形態に相当する場合、すなわち中間層12であるSiO<sub>2</sub>膜の厚さが25nm、フォトレジスト層13の膜厚が70nmの場合である。フォトレジスト層13の底の部分も、上の部

6

分も十分に露光されている。若干フォトレジスト層13表面が逆テーパー気味であるが、現像によって開口部が広がる傾向にあるので、若干逆テーパー気味にすると、形成されるピットの断面形状がだれがなく、矩形に近くなることが実験的に分かっている。

【0031】次に、本実施形態の光ディスク原盤の製造プロセスについて図6を用いて説明する。まず、図6(a)に示すように基板11上に中間層12を形成する。基板11がSi基板の場合、中間層12はこれを熱酸化処理して形成されるSiO<sub>2</sub>膜が適当であり、工程的にも簡単である。次に、図6(b)に示すように中間層12の上にフォトレジスト層13を塗布形成する。次に、図6(c)に示すようにフォトレジスト層13上に情報に応じて変調された露光用レーザービーム14を照射し、露光を行う。最後に、図6(d)に示すように露光されたフォトレジスト層13を適当な現像液により現像し、露光部分を除去することにより、ピット15を形成する。

【0032】図7は、このような原盤を記録するための原盤記録装置の記録光学系を簡単に示したものである。露光用光源となるレーザー光源21から出たレーザービームは第1の光変調器22に入り、その後ハーフミラー23により二方向に分岐され、一方は光検出器24に導かれる。そして、この光検出器24でモニタされた光パワーが一定となるように、光量制御系25によって第1の光変調器22にフィードバックがかけられる。

【0033】ハーフミラー23によって分岐された他方のレーザービームは、第2の光変調器26に入射して光強度変調される。この変調後のレーザービームは、ミラー27により案内されてレンズによるコリメート系28を通り、適当なサイズの露光用レーザービームとなり、さらにミラー29により案内されて対物レンズ30に入射する。対物レンズ30によって絞られた露光用レーザービームは、前述した光ディスク原盤10上のフォトレジスト層13に照射される。

【0034】このとき露光用レーザービームのパワーにより、ビームスポットサイズの近傍でフォトレジスト層13の現像後のピットの大きさ、幅を制御することができる。レーザー光源21の発振波長を351nm、対物レンズ30の開口数NAを0.9とすると、露光用レーザービームスポットの半値幅はおよそ0.2μmとなる。

【0035】この半値幅が完全に露光するような光量で記録し、その後前述のように現像することで、図6(d)に示すような断面形状のピット15を有する光ディスク原盤を作ることが可能である。この光ディスク原盤より従来と同様に電鍍法によりニッケルスタンパを製作し、このスタンパから射出成型によって光ディスク基板を複製する。

【0036】そして、この光ディスク基板上に再生専用光ディスクの場合は反射膜、また記録再生用光ディスク

の場合は相変化膜や光磁気膜などの記録膜を形成することによって、ピット断面形状が矩形に近く、高密度な孤立ピットが形成でき、さらにノイズも少ない光ディスクが得られる。

【0037】

【発明の効果】以上述べたように、本発明では微細ピットを形成したときフォトレジスト層内に立つ定在波の影響を積極的に利用してピット断面形状をコントロールし、壁面のだれが少なく矩形に近い断面形状をもたせることで、効果的に光ディスクの高密度化を図ることが可能となり、またピット壁面のだれに起因するノイズも低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る光ディスク原盤の構成を示す断面図

【図2】本発明の原理を説明するための露光時の定在波と中間層およびフォトレジスト層の関係を示す図

【図3】同実施形態におけるSiO<sub>2</sub>膜がない場合のフォトレジスト層内部の露光プロファイルを示す図

【図4】同実施形態におけるSiO<sub>2</sub>膜の膜厚が75nmの場合のフォトレジスト層内部の露光プロファイルを示す図

【図5】同実施形態におけるSiO<sub>2</sub>膜の膜厚が25nm

mの場合のフォトレジスト層内部の露光プロファイルを示す図

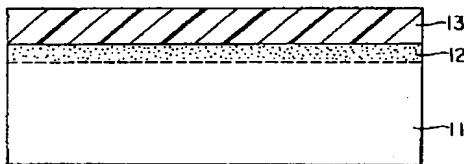
【図6】光ディスク原盤の製作プロセスを示す図

【図7】本発明に係る光ディスク原盤に記録するための原盤記録装置の記録光学系を示す図

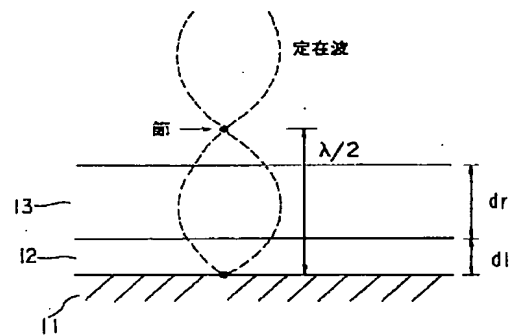
【符号の説明】

- 10…光ディスク原盤
- 11…基板
- 12…中間層
- 13…フォトレジスト層
- 14…レーザビーム
- 15…現像後のピット
- 21…レーザ光源
- 22…第1の光変調器
- 23…ハーフミラー
- 24…光検出器
- 25…光量制御系
- 26…第2の光変調器
- 27…ミラー
- 28…コリメート系
- 29…ミラー
- 30…対物レンズ

【図1】



【図2】



【図3】

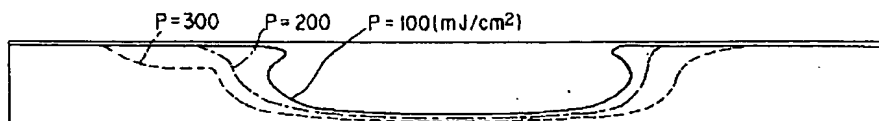


Figure 1 consists of four cross-sectional views of a semiconductor device, labeled (a) through (d), illustrating the steps of forming a gate oxide layer.

- (a)** Shows a substrate 11 with a thin layer 12 on its top surface.
- (b)** Shows the substrate 11 with layer 12, and a new layer 13 is being formed on top of 12. A hatched region 10 is shown above layer 13, representing a mask or photoresist.
- (c)** Shows the substrate 11 with layer 12, and layer 13 is now fully formed on top of 12. A hatched region 14 is shown above layer 13, representing a mask or photoresist.
- (d)** Shows the substrate 11 with layer 12, and layer 13 is now fully formed on top of 12. A hatched region 15 is shown above layer 13, representing a mask or photoresist.